

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-102292

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/30

(21)Application number : 11-281221

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 01.10.1999

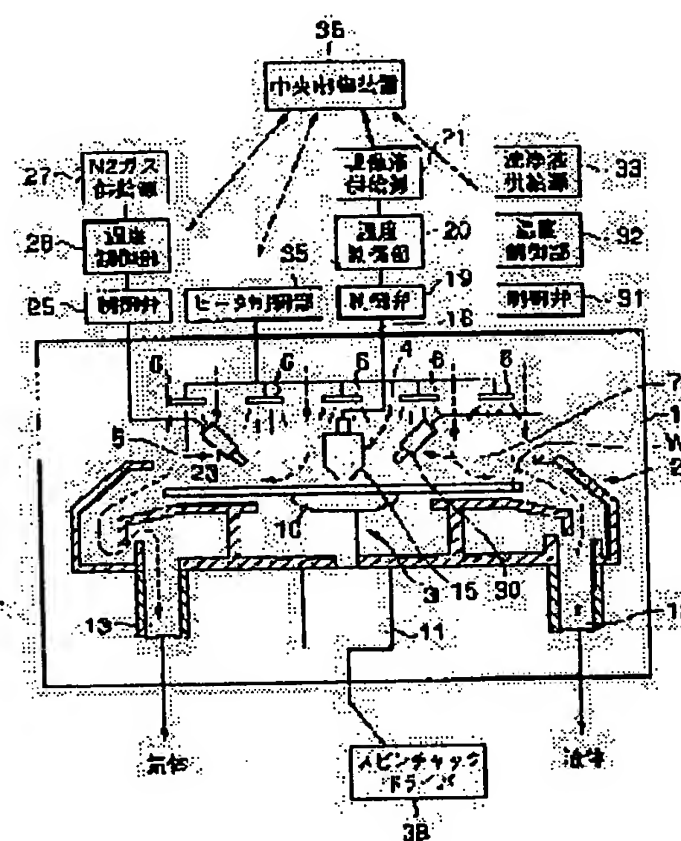
(72)Inventor : INADA HIROICHI
SAKAMOTO KAZUO
NISHIKIDO SHUICHI

(54) APPARATUS AND METHOD FOR DEVELOPMENT PROCESSING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for development processing, which can perform satisfactory development by solving various problems arising, when a developer is applied onto a wafer.

SOLUTION: This development processor which supplies a developer to a wafer W, having a photoresist film exposed to a pattern to develop the pattern forming region of the photoresist film and has a wafer-holding part 3 which holds the wafer nearly horizontally, a developer supply unit 4 which supplies developer to the entire surface of the wafer W to cover the pattern-formed region with a film of the developer, and a far-infrared heater 6 which controls the progression of the development by heating the developer supplied onto the wafer W.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3535997

[Date of registration]

19.03.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-102292
(P2001-102292A)

(43)公開日 平成13年4月13日(2001.4.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート [*] (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/30	5 0 1 2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/30	5 0 1	H 0 1 L 21/30	5 6 9 F 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-281221

(22)出願日 平成11年10月1日(1999.10.1)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 稲田 博一

熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京
エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

(72)発明者 坂本 和生

熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京
エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

(74)代理人 100104215

弁理士 大森 純一

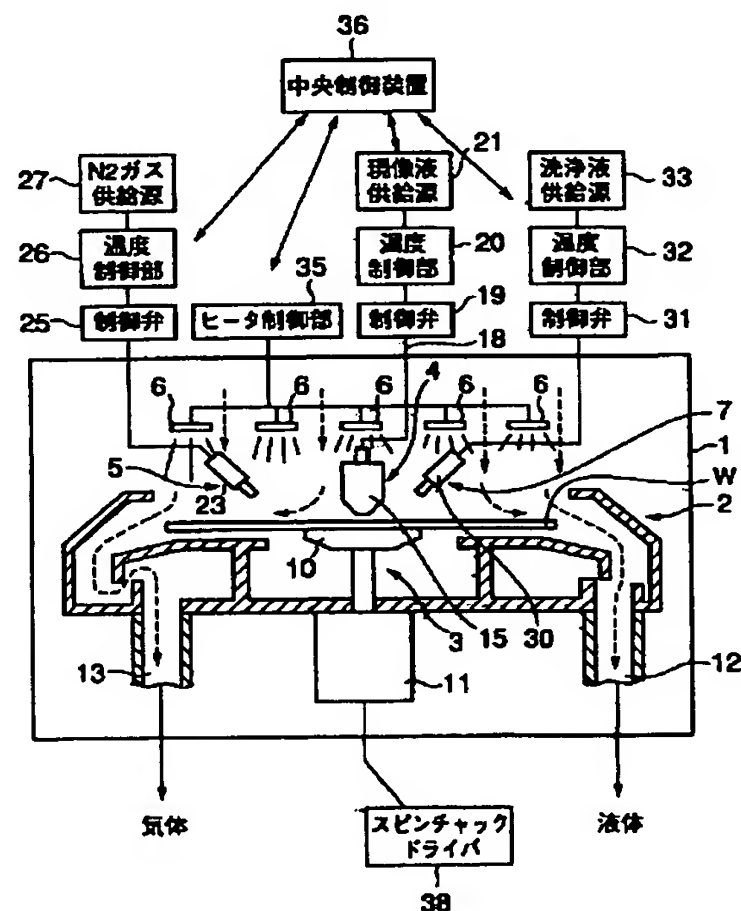
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 現像処理装置及び現像処理方法

(57)【要約】

【課題】 現像液をウエハ上に液盛りする際に発生していた種々の問題を解決して良好な現像を行なうことができる現像処理方法及び現像処理装置を提供する。

【解決手段】 パターンが露光されたフォトリソ膜を有するウエハWに現像液を供給してフォトリソ膜のパターン形成領域を現像処理する現像処理装置であって、ウエハを略水平に保持するウエハ保持部3と、現像液をウエハWの全面に亘って供給し、前記パターン形成領域を現像液の液膜で覆う現像液供給ユニット4と、ウエハW上に供給された現像液を加熱することで現像の進行を制御する遠赤外線ヒータ6とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パターンが露光されたフォトリソ膜を有する被処理基板に現像液を供給してフォトリソ膜のパターン形成領域を現像処理する現像処理装置であって、

被処理基板を略水平に保持する基板保持機構と、
現像液を前記被処理基板の全面に亘って供給し、前記パターン形成領域を現像液の液膜で覆う現像液供給機構と、

被処理基板上に供給された現像液の温度を制御する現像液温度制御機構とを有することを特徴とする現像処理装置。

【請求項2】 請求項1記載の現像処理装置において、前記現像液温度制御機構は、被処理基板上に供給された現像液を加熱する現像液過熱機構であることを特徴とする現像処理装置。

【請求項3】 請求項1記載の現像処理装置において、さらに、
前記現像液供給機構に接続され、この現像液供給機構から被処理基板上に供給される現像液の温度を現像の進行を抑えられる温度に制御する現像液温度制御部を有することを特徴とする現像処理装置。

【請求項4】 請求項1記載の現像処理装置において、さらに、前記現像液温度制御機構により、被処理基板上に供給された現像液の温度を制御することを特徴とする現像処理装置。

【請求項5】 請求項1記載の現像処理装置において、被処理基板上に供給された現像液にガスを吹き付けるガス供給機構を有することを特徴とする現像処理装置。

【請求項6】 請求項1記載の現像処理装置において、前記制御装置は、現像終了直前に前記現像液温度制御機構の出力を増大させることで残留レジストを除去することを特徴とする現像処理装置。

【請求項7】 請求項1記載の現像処理装置において、前記現像液供給機構による現像液供給前に被処理基板上に純水を供給する純水供給機構を有することを特徴とする現像処理装置。

【請求項8】 請求項7記載の現像処理装置において、前記現像液供給機構及び純水供給機構は、これらから供給される現像液と純水を混合する混合部を有するノズルであることを特徴とする現像処理装置。

【請求項9】 請求項8記載の現像処理装置において、さらに、現像液と純水の混合比を制御する制御弁を有することを特徴とする現像処理装置。

【請求項10】 パターンが露光されたフォトリソ膜を有する被処理基板に現像液を供給してフォトリソ膜のパターン形成領域を現像処理する現像処理方法であって、
現像の進行を抑えられる温度に制御された現像液を前記フォトリソ膜のパターン形成領域の全域に亘って供

給し、前記パターン形成領域を現像液の液膜で覆う現像液供給工程と、

ウエハ上を覆う現像液膜の温度を制御し、レジスト膜のパターンの現像を進行を制御する現像液温制御工程とを有することを特徴とする現像処理方法。

【請求項11】 請求項10記載の現像処理方法において、

前記現像液温制御工程は、
ウエハ上を覆う現像液膜を加熱することによってレジスト膜のパターンの現像を進行を制御する現像液加熱工程を含むことを特徴とする現像処理方法。

【請求項12】 請求項11記載の現像処理方法において、

前記現像液加熱工程は、現像終了直前に前記現像液温を増大させることで残留レジストを除去する残留レジスト除去工程を含むことを特徴とする現像処理方法。

【請求項13】 請求項10記載の現像処理方法において、

現像液供給工程の後、被処理基板上に供給された現像液にガスを吹き付けることで現像液を安定させる工程をさらに有することを特徴とする現像処理方法。

【請求項14】 請求項10記載の現像処理方法において、

さらに、前記現像液供給工程による現像液供給前に被処理基板上に純水を供給する純水供給工程を有することを特徴とする現像処理方法。

【請求項15】 請求項10記載の現像処理方法において、

さらに、前記現像液供給工程による現像液供給前に被処理基板上に純水と現像液とを混合した液体を前記被処理基板上に供給する混合液供給工程を有することを特徴とする現像処理方法。

【請求項16】 請求項15記載の現像処理方法において、

さらに、現像液と純水の混合比を制御する制御弁により、純水に対する現像液の混合比を次第に高める工程を有することを特徴とする現像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は現像処理装置及び現像処理方法に関し、例えば半導体ウエハ等の被処理基板の表面に現像液を供給して現像処理を行う現像処理方法及び現像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造においては、被処理基板としての半導体ウエハにフォトリソ膜を塗布し、フォトリソグラフィ技術を用いることで回路パターンをフォトリソ膜に転写し、これを現像処理することにより回路を形成する。

【0003】現像処理工程においては、現像液をノズル

から半導体ウエハ上に連続供給し、パターン形成面に現像液を所定時間だけ液盛りして接触させることにより塗布レジスト膜の潜像パターンを現像する方式が一般的に採用されている。

【0004】近時、現像液の消費量を節減し、かつウエハ上に現像液を均一に液盛りするという観点から、多数の液吐出孔が一直線上に所定間隔で設けられてなるノズルを用いることがなされている。このようなノズルによれば、全ての吐出孔から同時に現像液を吐出することで一度に広い範囲に亘って現像液を供給することができ

る。

【0005】ところで、このようなノズルを用い、現像液をウエハの全面に亘って供給するには、このノズルをウエハに対向させた状態で、このノズルをウエハに対して相対的に移動させる必要がある。ノズルの移動方法に着目すると、現像液の供給方法は、大きく回転方式とスキャン方式とに分けられる。

【0006】前者の方式では、前記ノズルをウエハに近接させ、液吐出孔から現像液を吐出させ、ノズルとウエハとの間に現像液の連続液膜が形成されたところでウエハをゆっくりと180°回転させる。このことで、現像液を無駄にすることなく、ウエハに対する現像液の液盛りがなされる。

【0007】後者のスキャン方式では、前記ノズルをウエハに対して一方向に水平にスキャンさせる。前述した回転方式では、ウエハの中心部には周縁部と比較して多くの現像液が供給されていたが、この方式では、ウエハのパターン形成面に完全に均一に現像液を供給することができる利点がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述した形状のノズルを用いた現像処理方法においても、依然として以下のような解決すべき課題がある。

(1) 従来の現像処理方式においては、前記回転方式による場合であっても、スキャン方式による場合であっても、パターン形成面の全面に現像液が液盛りされるまでには一定の時間を要する。このため、最初に現像液が接触した部位とその後に現像液が接触した部位との間で現像の進行に差が生じ、この結果、場所によって解像度にばらつきが生じてしまう恐れがある。

【0009】例えば、従来の回転方式においては、ノズルの各液吐出孔からすだれ状に供給された現像液がパターン形成面に接触することで幾分広がって隣りの液流同士が合体し、現像液の連続液膜がノズルとウエハとの間に形成されてからウエハを回転させる必要がある。このため、現像液がパターン形成面に接触する前又は同時にウエハを回転させ始めることができず、現像液が最初に供給された部位が他の部位に比べて過度に現像が進んでしまうおそれがある。

(2) また、従来の装置においては、現像液がレジス

ト膜に最初に衝突するときの影響(ファーストインパクト)についても考慮しなければならない。

【0010】すなわち、現像液を供給する際に弁を開けると、初期圧力が一時的に大きくなり、吐出液流がレジスト膜にファーストインパクトとして衝撃を与え、その部位だけ過度に現像が進んでしまうおそれがある。

【0011】最近の回路パターンの微細化、高密度化に伴い、レジストがより高性能つまり高解像度化されており、従来では無視されていたファーストインパクトの問題がクローズアップされてきている。

【0012】この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、現像液を被処理基板上に液盛りする際に発生していた種々の問題を解決して良好な現像を行なうことができる現像処理装置及び現像処理方法を提供することにある。

【0013】また、この発明の更なる詳しい目的は、被処理基板上に現像液の液盛りを行なう際に、場所によって液盛りに時間差が生じる場合であっても、被処理基板の全面に亘ってより均一な現像処理を行なえる現像処理装置及び現像処理方法を提供することにある。

【0014】また、この発明の更なる別の目的は、ファーストインパクトの影響による現像不良の発生を有効に防止できる現像処理装置及び現像処理方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の主要な観点によれば、パターンが露光されたフォトリソ膜を有する被処理基板に現像液を供給してフォトリソ膜のパターン形成領域を現像処理する現像処理装置であって、被処理基板を略水平に保持する基板保持機構と、現像液を前記被処理基板の全面に亘って供給し、前記パターン形成領域を現像液の液膜で覆う現像液供給機構と、被処理基板上に供給された現像液の温度を制御する現像液温度制御機構とを有することを特徴とする現像処理装置が提供される。

【0016】このような構成によれば、現像液を現像の進行を押さえられる温度で被処理基板上に液盛りした後に、例えば、この現像液を加熱することによって現像を進行させることができる。このことにより、場所によって液盛りに時間差が生じる場合であっても、被処理基板の全面に亘ってより均一な現像処理を行なえると共に、ファーストインパクトの影響による現像不良の発生を有効に抑制することができる。なお、例えばi線の場合には、現像液の温度を低下させることによって現像を進行させるようにすることが好ましい。

【0017】また、この装置は、前記現像液供給機構に接続され、この現像液供給機構から被処理基板上に供給される現像液の温度を現像の進行を抑えられる温度に制御する現像液温度制御部を有することが好ましい。

【0018】そして、前記現像液加熱機構により、被処

理基板上に供給された現像液を加熱しつつこの現像液の温度を制御することで、フォトリソ膜のパターンの現像を進行を制御する制御装置を有することが望ましい。

【0019】さらに、被処理基板上に供給された現像液に例えば N_2 ガスを吹き付けるガス供給機構を有し、これにより、現像液膜を安定させるようにしても良い。この場合、ガスは現像液の温度と略同じ温度に制御された状態で供給されることが好ましい。

【0020】一方、前記制御装置は、現像終了直前に前記加熱機構の加熱出力を増大させることで残留レジストを除去するようにしても良い。

【0021】さらに、前記現像液供給機構による現像液供給前に被処理基板上に純水を供給する純水供給機構を有するものであっても良い。このような構成によれば、現像液供給時に生じる不要な現像の進行の問題、特にファーストインパクトの問題をより効果的に解決することができる。

【0022】なお、この場合、前記現像液供給機構及び純水供給機構は、これらから供給される現像液と純水を混合する混合部を有し、この混合部により混合された液体を前記基板に吐出できるものであっても良い。さらに、現像液と純水の混合比を制御する制御弁を設けるようにすることが好ましい。

【0023】また、この発明の第2の主要な観点によれば、パターンが露光されたフォトリソ膜を有する被処理基板に現像液を供給してフォトリソ膜のパターン形成領域を現像処理する現像処理方法であって、現像の進行を抑えられる温度に制御された現像液を前記フォトリソ膜のパターン形成領域の全域に亘って供給し、前記パターン形成領域を現像液の液膜で覆う現像液供給工程と、ウエハ上を覆う現像液膜の温度を制御し、レジスト膜のパターンの現像を進行を制御する現像液温制御工程とを有することを特徴とする現像処理方法が提供される。

【0024】この現像処理方法は、前記現像処理装置に適用されるものであり、これにより、場所によって液盛りに時間差が生じる場合であっても、被処理基板の全面に亘ってより均一な現像処理を行なえると共に、ファーストインパクトの影響による現像不良の発生を有効に抑制することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の現像処理装置を示す概略構成図である。

【0026】この現像処理装置は、ケーシング1と、このケーシング1内において上方に開放したカップ2と、このカップ2内に設けられ被処理基板としてのウエハWを保持するウエハ保持部3と、このウエハW上に現像液を所定の温度（例えば約 $5^{\circ}C$ ）に制御した状態で供給す

る現像液供給ユニット4と、このウエハW上に供給された現像液面に対して例えば N_2 ガスを吹き付けるための N_2 ガス供給ユニット5と、ウエハW上に供給された現像液を加熱して現像を進行させるための遠赤外線ヒータ6と、ウエハW上に例えば純水等の洗浄液を供給する洗浄液供給ユニット7とを有する。

【0027】ウエハ保持部3は、ウエハWを吸着保持するスピンチャック10と、このスピンチャック10を回転駆動すると共に昇降駆動するスピンチャック駆動機構11とを備えている。このウエハ保持部3は、ウエハW上に供給された現像液を洗浄液を用いて洗浄除去する際に、ウエハWを高速で回転させ、遠心力により現像液及び洗浄液を振り切る機能を有する。ウエハWの縁部から振り切られた現像液は、前記カップ2により受け止められ、このカップ2の下端部に設けられた排液路12から外部に排出されるようになっている。

【0028】なお、図に13で示すのはカップ2内部の雰囲気気を排気するための排気管である。この排気管13を通してカップ2内の排気を行うことで、前記カップ2の上端開口（図示せず）からクリーンルーム内のダウンスローが図に点線矢印で示すように導入され、前記ケーシング1内及びカップ2内に下向きの気流を形成する。このことによって、ウエハWから飛散したミスト状の現像液や洗浄液がカップ2の上端開口から上方に飛散して装置外を汚染することが防止される。

【0029】一方、前記現像液供給ユニット4は、図に15で示す現像液供給ノズルを有している。図2は、この現像液供給ノズル15とウエハWとの関係を示す斜視図である。この現像液供給ノズル15は、前記ウエハWの直径よりも若干長い幅を有し、その下面には複数の現像液吐出孔16が例えば2mmピッチで穿設されている。このノズル15内には図示しない液溜めが設けられており、現像液はこの液溜めに一旦貯留された後、全ての吐出孔16から略均一な圧力で吐出されることになる。各吐出孔16から吐出された現像液流は、図2に17で示すように隣り合う現像液流が互いに接触しあって薄い膜状になり前記ウエハWのパターン形成領域上に供給されることになる。

【0030】また、前記現像液供給ノズル15の上面両端部からは一対の現像液供給配管18が導出され、この現像液供給配管18は、図1に示すように、例えば流量制御弁及び開閉弁からなる制御弁19、現像液を約 $5^{\circ}C$ に冷却するための温度制御部20を介して現像液供給源21に接続されている。この現像液供給源21は、例えば、現像液が満たされたタンクを有し、このタンク内に、圧送ガス、例えば窒素ガスを供給することにより、前記現像液を前記現像液供給ノズル15側に圧送するようになっている。

【0031】前記温度制御部20は、例えば、前記現像液供給配管18を覆いこの現像液供給配管18内を流通

する現像液を5℃程度に温度制御できるウォータージャケットと、このウォータージャケット内を流れる温調水を冷却するための熱交換器とからなる。この温度制御部20により温度制御された現像液は、前記制御弁19により流量制御及び開閉制御されることにより、前記現像液供給ノズル15に送られ、前記ウエハW上に供給されるようになっている。

【0032】また、前記N₂ガス供給ユニット5は、前記ウエハW上に供給された現像液面に対してN₂ガスを吹き付けるためのN₂ガス供給ノズル23を有する。このN₂ガス供給ノズル23も、前記現像液供給ユニット4と同様に、制御弁25、温度制御部26を介してN₂ガス供給源27に接続されている。N₂ガス供給源27からのN₂ガスは、前記温度制御部26で前記現像液と略同じ温度に制御された後、前記制御弁25を介して前記N₂ガス供給ノズル23に供給される。前記制御弁25は、後で詳しく説明するように、前記現像液供給ユニット4による現像液供給中若しくは現像液供給直後にN₂ガスを現像液面に吹き付け、現像液の波立ち及び泡立ちを防止する機能を奏する。

【0033】さらに、前記洗浄液供給ユニット7も、洗浄液供給ノズル30を有し、前記制御弁31、温度制御部32を介して洗浄液供給源33に接続されている。この洗浄液供給源33は、例えば、洗浄液が満たされたタンクを有し、このタンク内に、圧送ガス、例えば窒素ガスを供給することにより、前記洗浄液を前記洗浄液供給ノズル30側に圧送するようになっている。この洗浄液供給ユニット7は、前記現像液による現像が終了した後に、洗浄液をウエハW上に供給し、現像終了後の現像液を洗浄除去する機能を有する。

【0034】以上の現像液供給ユニット4、N₂ガス供給ユニット5及び洗浄液供給ユニット7は、それぞれこれらのユニット4～6をウエハWの直上に進退自在に駆動する図示しない駆動機構によって保持されている。この駆動機構は、直行座標系に沿って作動するXYZ駆動機構であっても良いし、極座標系に沿って作動するZRθ駆動機構であっても良い。

【0035】また、前記遠赤外線ヒータ6は、前記カップ2上部の前記ウエハWに対向する位置に配置されている。この赤外線ヒータ6は、複数個、所定の間隔を開けて配置されており、上方からのダウンフローを妨げないように構成されている。各ヒータ6は、ヒータ制御部35に接続されており、このヒータ制御部35が作動することで、遠赤外線をウエハWに向けて照射する。このことによって、ウエハW上の現像液は遠赤外線によって直接的又はウエハを介して間接的に加熱されることになる。

【0036】このヒータ制御部35は、図に36で示す中央制御装置に接続されている。この中央制御装置36は、このヒータ制御部35を介し、前記ウエハW上の現

像液の温度が後で詳しく説明する図3のチャートにしたがって昇温するように制御する。

【0037】また、前述した各構成も前記中央制御装置36に接続され、この中央制御装置36によってプログラム制御されるようになっている。さらに、前記ウエハ保持部3もドライバを介して中央制御装置36に接続され、この中央制御装置36からの指令によって前記スピンドルチャック10及びスピンドルチャック駆動機構11を作動させるようになっている。

【0038】この中央制御装置36は、例えば、図4に示すフローに従って各機構を制御する。以下、この制御フローに従った現像処理方法の一例を説明する。

【0039】(1)ウエハのロード(ステップS1)
まず、主面にレジスト膜が形成されパターン露光されるウエハWを、現像処理装置にロードする(ステップS1)。この際、ウエハWは、図示しないウエハ搬送用のメインアームに支持され、スピンドルチャック15上に載置される。次いで、このスピンドルチャック15が動作してウエハWを吸着保持する。

【0040】この時、現像液供給ユニット4及び洗浄液供給ユニット7は、図示しないホーム位置で待機している。

【0041】(2)現像液をウエハW上に供給(ステップS2～S4)

次に、前記現像液供給ユニット4を、前記ホーム位置から前記スピンドルチャック15上で保持されたウエハWの処理領域に対向する位置に移動させ、次いで、降下させる。具体的には、前記ノズル15の先端をウエハWの上方、例えば10mmの高さに位置させる。

【0042】次に、前記制御弁19を作動させ前記ノズル15の各吐出孔16からウエハWに向けて前述したように約5℃に制御された現像液を吐出する(ステップS2)。ノズル15の各吐出孔16から吐出された現像液17は、図2に示すように隣合う液流が互いに接触してカーテン状となり、前記ウエハWの表面に接触する。

【0043】そして、現像液吐出開始の直後(約0.3秒後)に、前記スピンドルチャック駆動機構11を作動させ、図2に矢印で示す方向に前記ウエハWを例えば30～90rpmの低速で回転させる(ステップS3)。ここで現像液の単位時間当たりの総吐出量は、例えば1.8l/mに設定される。現像液の吐出及び30～90rpmの低速回転は、前記ウエハWが約180°回転する間、すなわちウエハWの全面に現像液が供給されるまで、時間にして約1.0秒間行なわれ、停止される(ステップS3、S4)。

【0044】このことで、ウエハWの略全面に約5℃の現像液が液盛りされる。この液盛り完了時が、図3

(a)、(b)の時刻t0に相当する。なお、図3

(a)は、現像液の温度プロファイルを、縦軸に現像液の温度、横軸に経過時間をとって示したものである。ま

た、図3(b)は、縦軸にヒータ6の出力、横軸に経過時間を取って示したものである。

【0045】(3) N_2 ガスの吹き付け(ステップS5)

ついで、現像液の供給直後に、前記 N_2 ガス供給ユニット5が作動し、前記ウエハWに液盛りされた現像液の液面に対して温度制御された N_2 ガスが吹き付けられる。このことで、現像液が冷却されると共に液膜を安定させることができる。この N_2 ガスの吹き付けは、図3(a)に示す時刻 t_1 まで行なわれる。

【0046】(4) 遠赤外線ヒータによる現像液膜の加熱(ステップS6~S9)

現像液の液膜が安定したならば、前記中央制御装置36は、前記遠赤外線ヒータ6を作動させ、前記現像液膜の遠赤外線加熱を開始し、現像を進行させる。以下、この中央制御装置36による現像液の温度制御を図3

(a)、(b)を参照して説明する。

【0047】すなわち、前述したように、前記現像液は、約5℃に制御された状態でウエハ上に供給される(時刻 $t_0 \sim t_1$)。現像液は低温であることにより、供給直後はレジストがほとんど溶解せず、したがって時刻 $t_0 \sim t_1$ 間は現像は進行しない。

【0048】ついで、時刻 t_1 で図3(b)に示すように前記遠赤外線ヒータ6を作動させると、図3(a)に示すように現像液の液温は上昇を開始する。前記中央制御装置36は、レジスト液の温度が23℃に達するまで前記遠赤外線ヒータ6を一定の出力に保つ。現像液の昇温にしたがって次第にレジスト溶解度が高められ、現像が進行する。現像液の温度が適温である23℃に達したならば(時刻 t_2)、所定時間(時刻 $t_2 \sim t_3$)の間、現像液の液温を23℃に保持し、所望の解像度を得る。この際、図3(b)に示すように、一旦ヒータの出力を下げることによって現像液の液温を一定に保つようにしても良い。

【0049】最後に、前記中央制御装置36は、ヒータ6の出力を上昇させることにより現像液の液温を約60℃付近にまで急激に上昇させ、現像を終了する(時刻 $t_3 \sim t_4$)。この最後の工程は、レジスト膜にインパクトを与え、残留レジストを除去するためのものである。図5は、この現象を模式的に示したものである。

【0050】図5(a)は、前記時刻 t_0 において、露光済みレジスト膜50上に現像液膜51が形成される状態を示したものである。この後、現像液膜51を加熱することにより現像が進行すると、露光されたレジスト膜部分50aは次第に現像液に溶解するが、場合によっては、図5(b)に示すように、時刻 t_3 においても露光部分50aが完全には除去できず、図に符号Aで示すように、残留レジスト部分が残る可能性がある。このため、この実施形態では、最後(時刻 $t_3 \sim t_4$)にヒータ6の出力を急激に上昇させることで、この残留レジ

スト部分Aにインパクトを与える。このことで、図5

(c)で示すように、この残留レジスト部分Aを除去することが可能である。

【0051】(5) ウエハの洗浄(ステップS10, S11)

前記中央制御装置36は、上述の現像処理が終了したならば、前記洗浄液供給ユニット7をウエハWの中央位置に対向させる。そして、時刻 t_4 で遠赤外線ヒータを停止させると同時にウエハW上に純水等の洗浄液を噴出する。このことにより、現像液が冷却されるとともにウエハW上から現像液が除去されるから現像の進行が停止する。

【0052】この洗浄液の吐出は、前記ウエハWを低速で回転させながら行なわれ、ウエハW上の現像液は洗浄液に押し流されてウエハWの周縁部からカップ2内に落ち、前記排液路12から外部に排出される(ステップS10)。ついで、一定時間経過後、洗浄液の供給を停止させ、ウエハWを高速で回転させて、残留する現像液及び洗浄液の振り切りを行う(ステップS11)。これにより、ウエハWの乾燥がなされる。

【0053】(7) ウエハWのアンロード(ステップS12)

以上の工程により現像処理が終了したならば、図示しないメインアームが、ウエハWをチャック10から受け取り、ウエハWを現像装置から搬出させる(ステップS12)。

【0054】以上説明したレジスト現像処理方法によれば、以下の効果を得ることができる。

【0055】第1に、場所によって現像液の液盛り開始に時間差が生じる場合であっても、ウエハWのパターン形成領域に形成されたレジスト膜を全面に亘って均一な解像度で現像処理できる効果がある。

【0056】すなわち、従来の現像処理方法は、一直線上に配置された液吐出孔を有するノズルに対してウエハを所定速度で回転させることで、適温に制御された現像液をウエハW上に液盛り供給するものであった。このため、現像液が最初に供給される部位と、その位置から180°ずれた部位との間には約1秒の現像液供給時間差が生じ、解像度に少なからぬ差が生じる可能性がある。

【0057】これに対して、この実施形態の現像処理方法によれば、現像液を約5℃といったほとんど現像が進行しない低温で液盛りするようにしたから、上述のような供給時間差がある場合であっても、場所による現像のばらつきは生じない。そして、液盛り後に現像液を全面に亘って均一に加熱することで現像を進行させるようにしたから均一な解像度を得ることが可能である。

【0058】第2に、ファーストインパクトの影響による現像不良の発生を有効に防止できる効果がある。

【0059】すなわち、従来の現像処理装置では、現像液は、現像に適した温度(23℃)でウエハ上に供給さ

れる。このことから、レジストの種類によっては、最初に現像液が接触した部位では、その際の衝撃によって過度に現像が進んでしまういわゆるファーストインパクトの影響が大きく生じることがあった。

【0060】これに対して、この実施形態によれば、前記現像液は、ほとんど現像が進行しないような低温に制御された状態でウエハW上に供給されるから、ファーストインパクトによる悪影響はほとんど生じない。

【0061】このことにより、解像度の均一化が図れ、一部のみが過度に現像されることが防止できる。

【0062】第3に、現像液を温度制御することで現像の進行度を積極的に制御できる効果がある。

【0063】例えば、この実施例では、現像の最終期（ $t_3 \sim t_4$ ）に現像液の温度を急激に上昇させることにより、レジスト膜にインパクトを与え残留レジストを効果的に除去する等の制御が行うようにした。なお、このインパクトは、レジスト液全域に亘って均一に生じるから、一部のみが過度に現像されることはない。

【0064】以上、第1～第3の効果により、パターンの線幅均一性を格段に向上させることができる。この結果、より微細なパターン形成に対応することができる。

【0065】なお、この現像処理装置は、図6～図8に示す塗布現像処理システムに適用されることが好ましい。

【0066】図6に示すように、この塗布現像処理システムは、ウエハWが収容されたカセットCRからウエハWを順次取り出すカセット部60と、カセット部60によって取り出されたウエハWに対しレジスト液塗布及び現像のプロセス処理を行なうプロセス処理部61と、レジスト液が塗布されたウエハWを図示しない露光装置に受け渡すインタフェース部62とを備えている。

【0067】前記カセット部60には、カセットCRを位置決め保持するための4つの突起部70aと、この突起部70aによって保持されたカセット内からウエハWを取り出す第1のサブアーム機構71とが設けられている。このサブアーム機構71は、 θ 方向に回転自在に構成され、カセットから取り出したウエハWを、このウエハWを前記プロセス処理部61に設けられたメインアーム機構72側に受け渡す機能を有する。

【0068】このカセット部60とプロセス処理部61間でのウエハWの受け渡しは第3の処理ユニット群G3を介して行われるようになっている。この第3の処理ユニット群G3は、図8に示すように複数のプロセス処理ユニットを縦形に積み上げて構成したものである。すなわち、この処理ユニット群G3は、ウエハWを冷却処理するクーリングユニット（COL）、ウエハWに対するレジスト液の定着性を高める疎水化処理を行なうアドヒージョンユニット（AD）、ウエハWの位置合わせをするアライメントユニット（ALIM）、ウエハWを待機させておくためのエクステンションユニット（EX

T）、レジスト塗布後の加熱処理を行なう2つプリベーキングユニット（PREBAKE）、及び露光処理後の加熱処理を行なうポストエキスポージャーベーキングユニット（PEBAKE）及びポストベーキングユニット（POBAKE）が順次下から上へと積み上げて構成されている。

【0069】なお、この図に示すように、前記メインアーム機構72を挟んだ前記第3の処理ユニット群G3の反対側には、第4の処理ユニット群G4が設けられているが、前記第3の処理ユニット群G3と略同様に構成されているので、その詳しい説明は省略する。

【0070】また、図6に示すように、このメインアーム機構72の周囲には、前記第3、第4の処理ユニット群G3、G4を含む第1～第5の処理ユニット群G1～G5がこのメインアーム機構72を囲むように設けられている。前述した第3の処理ユニット群G3、G4と同様に、他の処理ユニット群G1、G2、G5も各種の処理ユニットを上下方向に積み上げ式的に構成されている。

【0071】この実施形態の現像処理装置（DEV）は、図7に示すように、前記第1、第2の処理ユニット群G1、G2に設けられている。この第1、第2の処理ユニット群G1、G2は、レジスト塗布装置（COT）と現像処理装置（DEV）とを上下方向に積み上げ構成したものである。

【0072】一方、前記メインアーム機構72は、図8に示すように、上下方向に延接された筒状のガイド79と、ガイド79に沿って上下駆動されるメインアーム78を備えている。また、このメインアーム78は平面方向に回転し、かつ進退駆動されるように構成されている。したがって、このメインアーム78を、上下方向に駆動することで、ウエハWを前記各処理ユニット群G1～G5の各処理ユニットに対して任意にアクセスさせることができるようになっている。

【0073】前記第1のサブアーム機構71からメインアーム機構72への前記ウエハWの受け渡しは、前記第3の処理ユニット群G3の前記エクステンションユニット（EXT）及びアライメントユニット（ALIM）を介して行われる。

【0074】ウエハWを受け取ったメインアーム機構72は、まず、このウエハWを第3の処理ユニット群G3のアドヒージョンユニット（AD）に搬入し、疎水化処理を行なう。ついで、アドヒージョンユニット（AD）からウエハWを搬出し、クーリングユニット（COL）で冷却処理する。

【0075】冷却処理されたウエハWは、前記メインアーム機構72によって前記第1の処理ユニット群G1（若しくは第2の処理ユニット群G2）のレジスト液塗布装置（COT）に対向位置決めされ、搬入される。このレジスト液塗布装置（COT）によりレジスト液が塗布されたウエハWは、メインアーム機構72によってア

ンロードされ、第3、第4の処理ユニット群G3、G4の加熱処理ユニット(PEBAKE)でレジスト溶媒を蒸発させる加熱処理を施される。

【0076】次に、前記ウエハWはクーリングユニット(COL)で冷却された後、第4の処理ユニット群G4のエクステンションユニット(EXT)を介して前記インタフェース部62に設けられた第2のサブアーム機構64に受け渡される。

【0077】ウエハWを受け取った第2のサブアーム機構64は、受け取ったウエハWを順次バッファカセット(BCR)内に収納する。その後、図示しない露光装置より受け取り信号が出されるとバッファカセット(BCR)に収納されたウエハを順次サブアーム機構64により露光装置に受け渡す。この露光装置による露光が終了したならば、露光済みウエハをサブアーム機構64で受け取り、周辺露光ユニット(WEE)により、ウエハ周縁部を例えば2mmの幅で周辺露光処理する。

【0078】周辺露光処理された後のウエハWは、前記とは逆に第4の処理ユニット群G4を介してメインアーム機構72に受け渡され、このメインアーム機構72は、この露光後のウエハWをポストエキスポージャーベークユニット(PEBAKE)に受け渡す。このことで、前記ウエハWは加熱処理され、その後、クーリングユニット(COL)にて所定の温度に冷却処理される。

【0079】ついで、ウエハWは、メインアーム機構72により、この実施形態の現像装置(DEV)に挿入され、現像処理が施される。現像処理後のウエハWは、いずれかのベークユニットに搬送され、加熱乾燥した後、この第3の処理ユニット群G3のエクステンションユニット(EXT)を介してカセット部60に排出される。

【0080】なお、前記第5の処理ユニット群G5は、選択的に設けられるもので、この例では前記第4の処理ユニット群G4と同様に構成されている。また、この第5の処理ユニット群G5はレール65によって移動可能に保持され、前記メインアーム機構72及び前記第1～第4の処理ユニット群G1～G4に対するメンテナンス処理を容易に行ない得るようになっている。

【0081】この発明の現像処理装置を、図6～図8に示した塗布現像ユニットに適用した場合、複数のウエハの並行処理が容易に行なえるから、ウエハWの塗布現像処理工程を非常に効率的に行なうことができる。また、各処理ユニットが上下に積上げ式に構成されているから装置の設置面積を著しく減少させることができる。

【0082】なお、この実施形態は、このような塗布現像ユニット以外の装置にも適用可能であることはもちろんである。また、上記一実施形態は、その他発明の要旨を変更しない範囲で種々変形可能である。

【0083】たとえば、前記一実施形態では、レジスト

液膜上に直接現像液を供給するようにしたが、現像液を供給する前に純水を供給するようにしても良い。

【0084】すなわち、例えば、ウエハWの表面に純水を供給した後に、現像液と純水の混合液を例えば徐々に現像液の混合比率を高くしながら供給して、ウエハWの表面に供給する処理液を純水から現像液に置換するようにする。これにより、現像液成分とレジスト成分とを緩やかに反応させることができるから、上記の効果と相まって、ウエハWの全面に亘って均一な現像を行うことができる。

【0085】この方法を行うための具体的構成としては、例えば、図9、図10に示すようなノズル構成が考えられる。この図9、図10は、それぞれ、図11に示すノズル15'の異なる位置、たとえば、長手方向の一端部(断面B-B)及び他端部(断面C-C)で切断した縦断面図である。

【0086】図9、図10中、90は現像液溜め部、91は純水溜め部である。この現像液溜め部90、純水溜め部91は、同形状を有しており、左右対称に配置されている。現像液溜め部90は、ノズル15'の一端から導出された現像液供給配管92(図11)に接続されており、純水溜め部91は、ノズル15'の他端から導出された純水供給配管93(図11)に接続されている。

【0087】図9に示すように、現像液供給配管92から供給された現像液は、現像液溜め部90、接続路95を経て混合部96に流れ込み、図10に示すように、同様に純水供給路93から供給された純水は、純水溜め部91、接続路97を経て混合部96に流れ込み、この混合部96内で混合され、吐出部99(吐出孔16)から現像液と純水の混合液100としてウエハWの表面に供給される構成になっている。

【0088】この場合、現像液は、予め図11に110で示す第1の流量調整弁によって現像液溜め部90に流れ込む流量が調整されており、同様に純水も、予め第2の流量調整弁111によって純水溜め部91に流れ込む流量が調整されているので、前記混合部96内では、現像液及び純水が所定の混合比率で混合される構成になっている。

【0089】さらに、この混合部96における現像液と純水の混合比率は、第1の流量調整弁110、第2の流量調整弁111の調整によって適宜変化させることが可能であり、これにより、例えば現像処理の進行状況に合わせて混合液中の現像液の濃度を徐々に高めていくことや、徐々に低くしていくことができる構成になっている。

【0090】このような構成により、現像液の供給時だけではなく、純水による現像液の洗浄時にも、例えば現像液と純水の混合液を徐々に現像液の混合比率を低くしながら供給して、ウエハWの表面に供給する処理液を現像液から純水に置換することも有効である。これによ

り、現像液から純水への急激な変化を緩和することができ、従って、不溶レジストの固化によるパーティクル発生を防ぐことが可能となる。

【0091】また、上記一実施形態では、回転方式を例にとって説明したが、スキャン方式によるものであっても良い。さらに、被処理基板としてウエハWを例にとって説明したが、LCD用のガラス基板などであっても良い。

【0092】さらに、上記一実施形態では、現像液過熱機構として、遠赤外線ヒータ6を挙げたが、現像液を加熱できる構成を有するものであれば良く、例えば、ランプ、熱線ヒータ等も採用できる。

【0093】また、上記一実施形態では、最初、現像液の液温を約5℃に制御した状態で供給するようにしたが、現像の進行を抑制できる温度であれば特定の温度に限られないことはもちろんである。

【0094】さらに、i線の場合には、現像液を冷却することで現像液が進行するので、最初は現像液を加熱した状態で供給し、徐々に冷却していく方法が有効である。この場合の冷却手段としては、熱交換器の他、ペルチェ素子等も有効である。

【0095】その他、この発明の要旨を変更しない範囲で種々変形可能なことはいうまでもない。

【0096】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、現像液をウエハ等の被処理基板上に液盛りする際に発生していた種々の問題を解決して良好な現像処理を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態の全体構成を示す模式図。

【図2】同じく、ノズルとウエハの位置関係を示す斜視図。

【図3】同じく、ヒータの出力制御による現像液温野制御を説明するためのチャート。

【図4】同じく、現像処理工程を示すフローチャート。

【図5】同じく、残留レジストの除去を説明するための工程図。

【図6】この発明の一実施形態が適用される塗布現像システムの全体構成を示す平面配置図。

【図7】この発明の一実施形態が適用される塗布現像システムの全体構成を示す正面配置図。

【図8】この発明の一実施形態が適用される塗布現像システムの全体構成を示す背面配置図。

【図9】この発明の他の実施形態にかかるノズルを示す縦断面図。

【図10】同じく、他の実施形態にかかるノズルを示す縦断面図。

【図11】この発明の他の実施形態にかかるノズルを示す斜視図。

【符号の説明】

G1～G5…処理ユニット群

W…ウエハ（被処理基板）

1…ケーシング

2…カップ

3…ウエハ保持部（基板保持機構）

3…スピンチャック

4…現像液供給ユニット（現像液供給機構）

5…N₂ ガス供給ユニット（ガス供給機構）

6…遠赤外線ヒータ（現像液温制御機構、現像液加熱機構）

7…洗浄液供給ユニット

10…スピンチャック

11…スピンチャック駆動機構

12…排液路

13…排気管

15…現像液供給ノズル

16…現像液吐出孔

18…現像液供給配管

19…制御弁

20…温度制御部

21…現像液供給源

23…ガス供給ノズル

25…制御弁

26…温度制御部

27…ガス供給源

30…洗浄液供給ノズル

31…制御弁

32…温度制御部

33…洗浄液供給源

35…ヒータ制御部

36…中央制御装置

50…露光済みレジスト膜

50a…露光部分

51…現像液膜

60…カセット部

61…プロセス処理部

62…インタフェース部

64…第2のサブアーム機構

65…レール

70a…突起部

71…第1のサブアーム機構

72…メインアーム機構

78…メインアーム

79…ガイド

92…現像液供給配管

93…純水供給配管

95…接続路

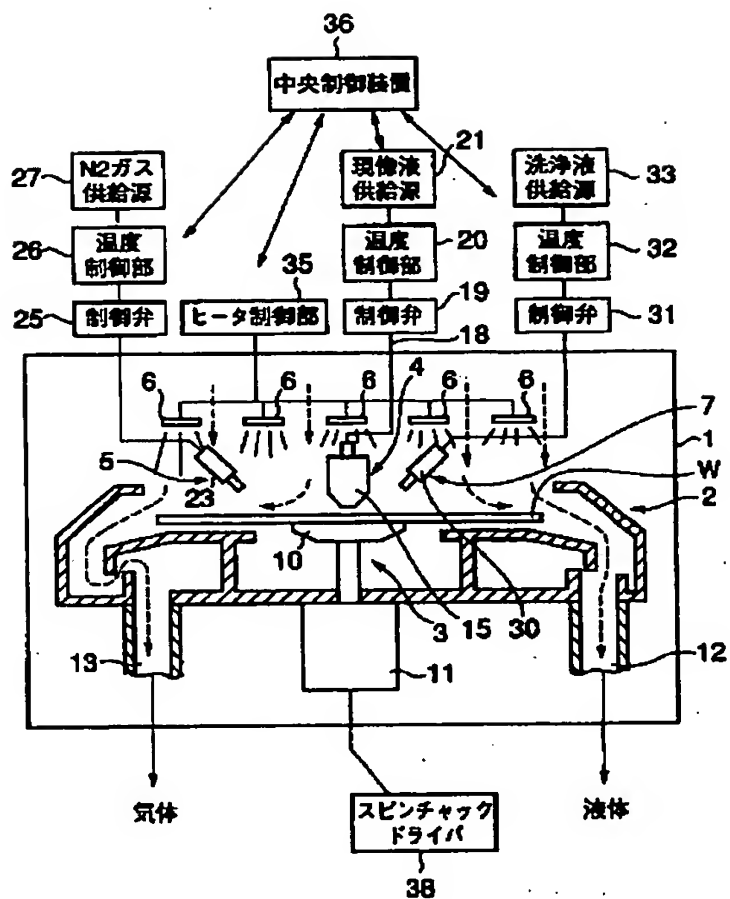
96…混合部

97…接続路

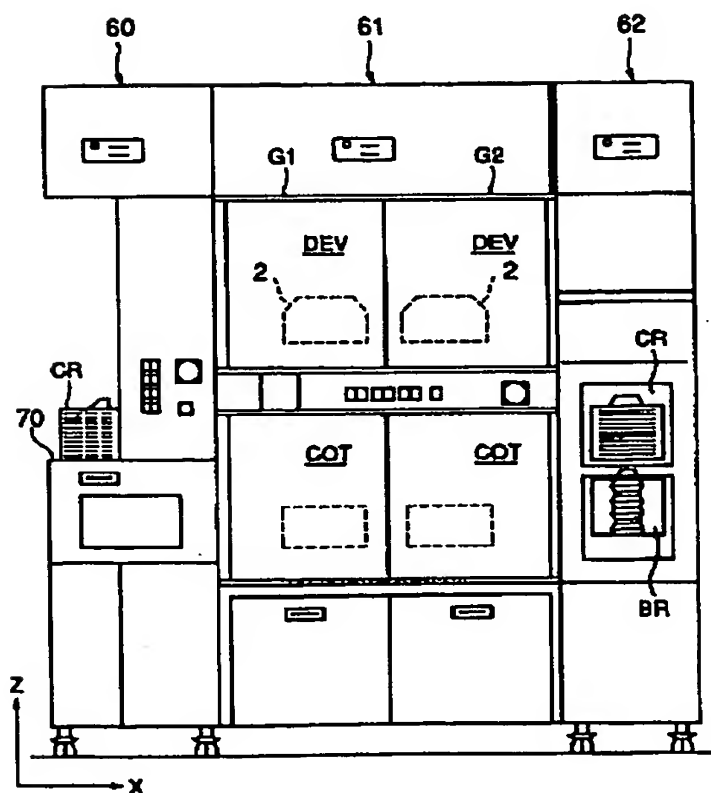
99...吐出部
100...混合液

1 1 0...第1の流量調整弁
1 1 1...第2の流量調整弁

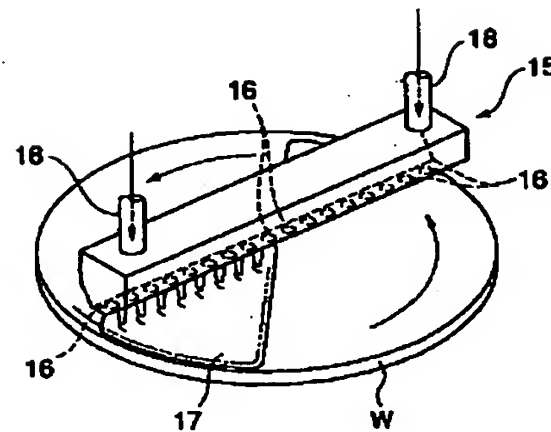
【図 1】



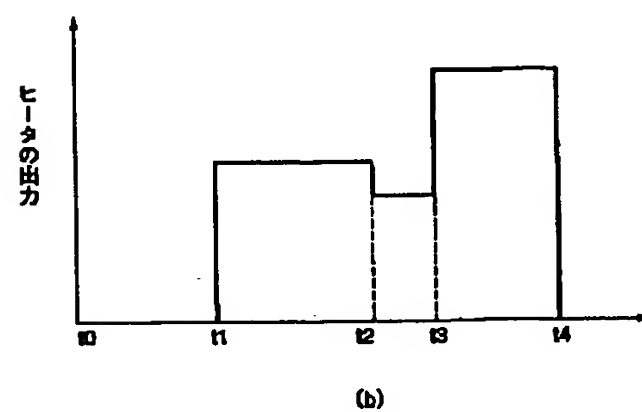
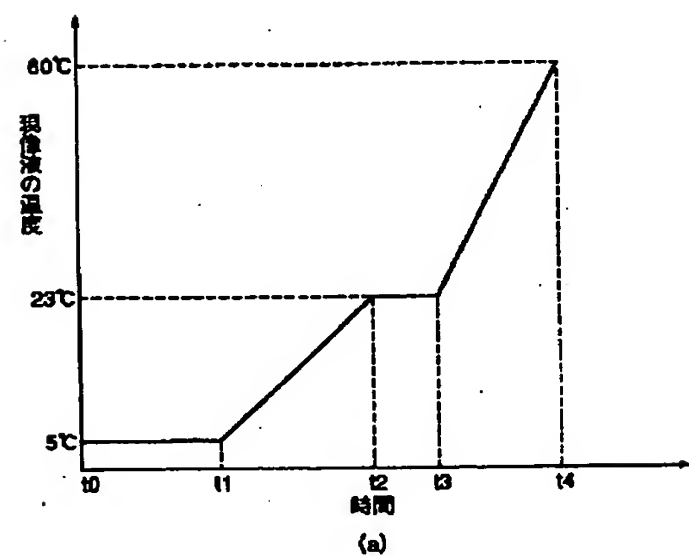
【図7】



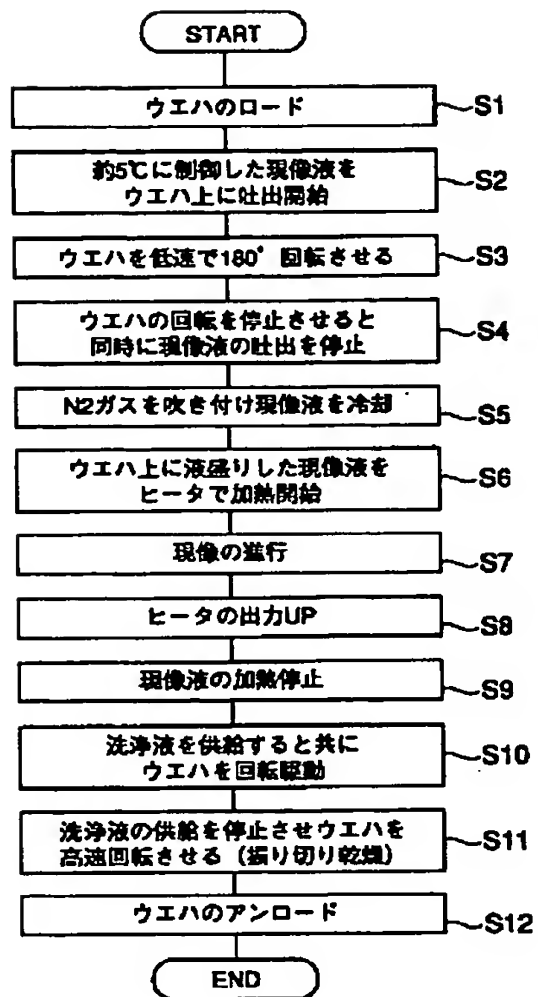
【図2】



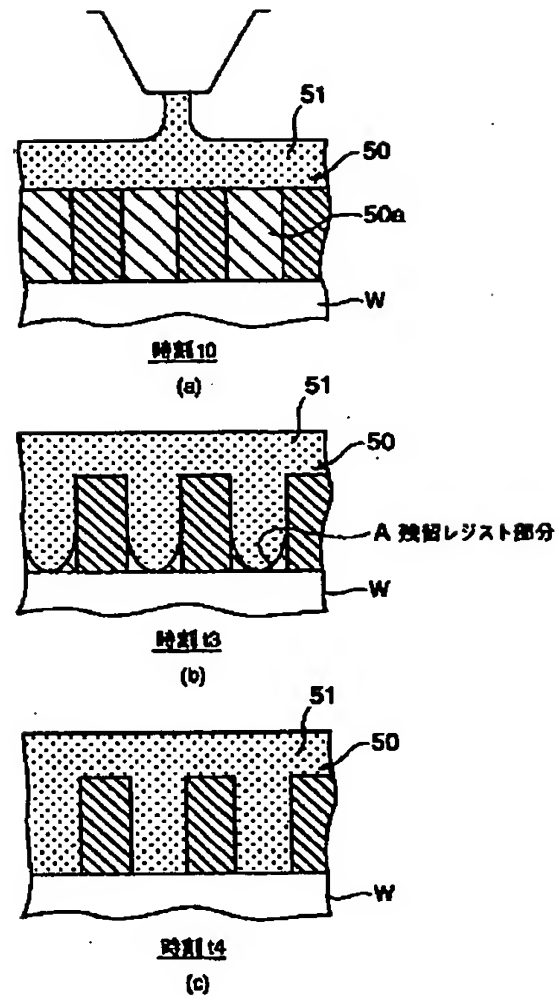
【図3】



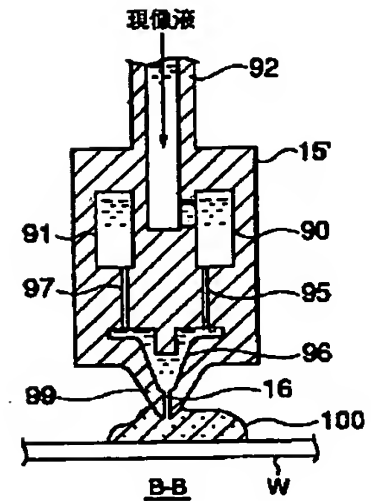
【図4】



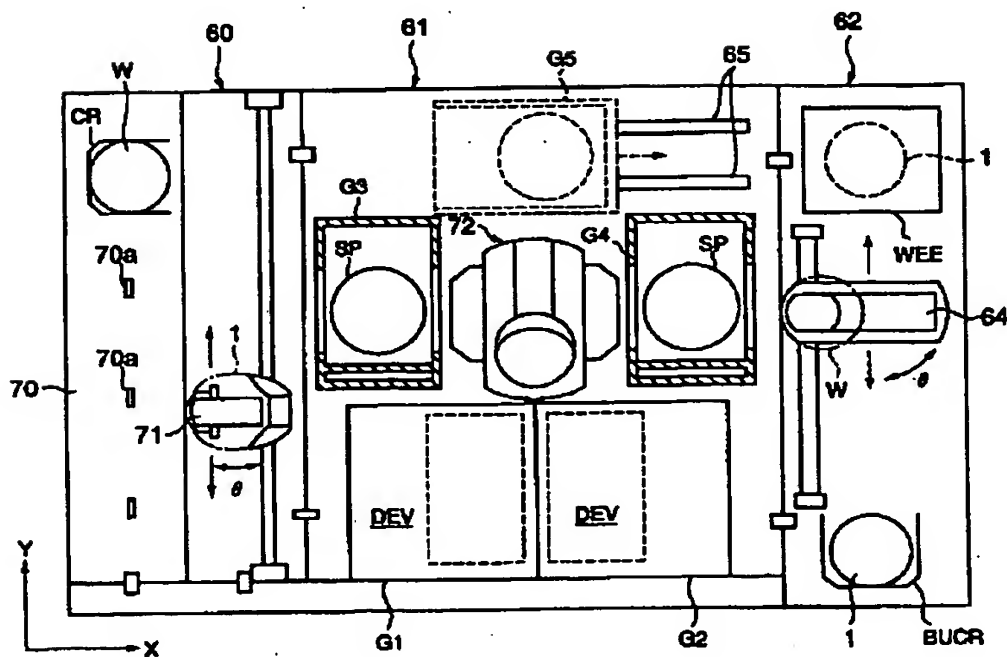
【図5】



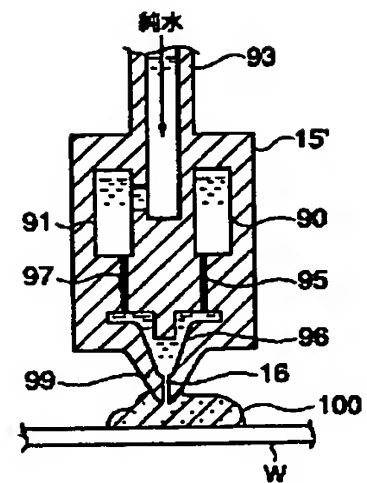
【図9】



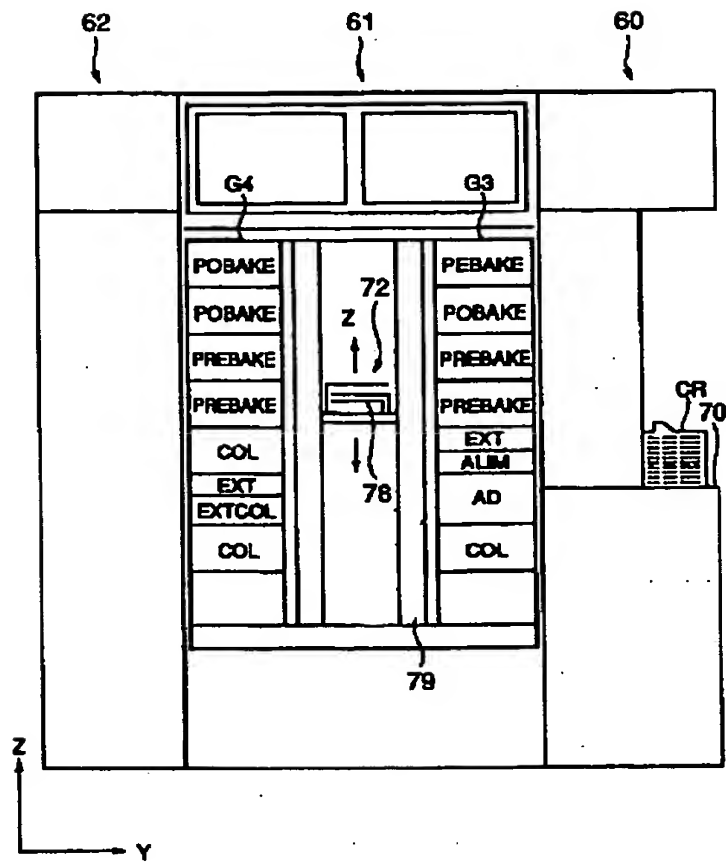
【図6】



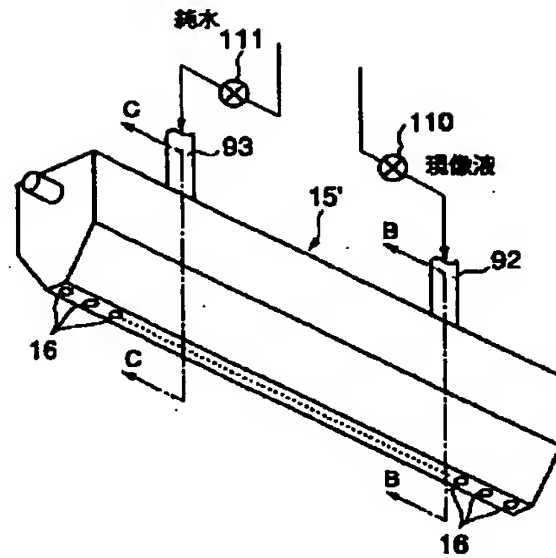
【図10】



【図8】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 錦戸 修一
熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京
エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

Fターム(参考) 2H096 AA25 GA30 GB02
5F046 LA13 LA14